

DESAIN FILTER PASIF TERTALA TUNGGAL UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA TOTAL DI GEDUNG IT MANDIRI

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

**AHMAD AMINUL KASBI
197002516042**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2023**

**DESAIN FILTER PASIF TERTALA TUNGGAL
UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA
TOTAL DI GEDUNG IT MANDIRI**

Oleh:

AHMAD AMINUL KASBI
197002516042



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul:

“Desain Filter Pasif Tertala Tunggal Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total di Gedung IT Mandiri”.

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagai mana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagai mana mestinya.



Jakarta, 19 Agustus 2023



(Ahmad Aminul Kasbi)

NIM. 197002516042

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“Desain Filter Pasif Tertala Tunggal Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total di Gedung IT Mandiri”.

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Jakarta, 19 Agustus 2023

Nama : Ahmad Aminul Kasbi
NIM : 197002516042


Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


(Ir. Ruliyanto, M.T.)
NID. 0301050724


W.G. Adhyartha U. Keraf, S.T., M.M., M.T.I.)
NID. 040017016

Ketua Jurusan


(Fuad Djauhari, S.T., M.T.)
NID. 0110090789

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Aminul Kasbi
NPM : 197002516042
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Desain Filter Pasif Tertala Tunggal Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total di Gedung IT Mandiri

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I : Ir. Ruliyanto, M.T.

Pembimbing II : W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I.

Penguji I : Ir. R. A. Suwodjo Kusumoputro, M.M.

Penguji II : Ir. Rianto Nugroho, M.T.

Penguji III : Ir. Idris Kusuma, M.T.

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 19 Agustus 2023



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan tepat waktu. Penulis menyadari bahwa tanpa doa, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak akan sulit untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Ruliyanto, M.T. dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan penelitian ini.
- (2). Bapak Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen pembimbing akademik saya, terima kasih banyak karena telah memberikan banyak bimbingan dan dukungan kepada saya selama menjalani masa perkuliahan.
- (3). Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
- (4). Bapak Rizky Adriyadi selaku Projek Manager, Bapak Eko Parjono, Bapak Miftahudin, Mas Daniel, Mas Alvian, Mas Zaky, Mba Sekar dan seluruh *engineer* Proyek Pembangunan Gedung IT Mandiri, yang telah memberikan izin dan bimbingan dalam pengambilan data untuk penelitian ini.
- (5). Pintu surgaku, Ibunda tercinta Renti yang tidak pernah berhenti mendoakan, memberikan masukan, dan pendengar curahan hati yang tulus bagi penulis. Almarhum Bapak H. Kwat Priamin, Beliau memang hanya merasakan pendidikan sampai Sekolah Dasar namun sampai akhir hayatnya beliau mampu mendidik anak nya dan berhasil menjadikan semua anaknya sebagai Sarjana dan Ahli Madya. Dan kakak tercinta Vivian Sugianti, S.Si., Apt., Eka Opriyanti, A.Md.Keb, Sri Wahyuni, A.Md.I.Kom, Silvia Anggraeni, S.P, beserta keluarga lainnya yang selalu memberikan dukungan doa, semangat, dan selalu meyakinkan penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
- (6). Seluruh angkatan 2019, senior dan junior. Terima kasih karena selalu membantu dan mengingatkan saya untuk menyelesaikan penelitian ini, semoga silaturahmi kita tidak akan terputus sampai maut memisahkan.
- (7). Semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak dapat disebutkan satu per-satu. Terima kasih atas do'a dan bantuan kalian semua.

Penulis sadar bahwa dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis siap menerima masukan berupa kritik dan saran yang membangun dan kiranya dapat membantu untuk penyusunan yang lebih baik dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan.

Jakarta, 19 Agustus 2023
Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Aminul Kasbi
NPM : 197002516042
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Desain Filter Pasif Tertala Tunggal Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total di Gedung IT Mandiri”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 19 Agustus 2023

Yang menyatakan



Ahmad Aminul Kasbi

ABSTRAK

Ahmad Aminul Kasbi, “Desain Filter Pasif Tertala Tunggal Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Di Gedung IT Mandiri”, Program SI Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, M.T. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M.,M.T.I., 19 Agustus 2023, 80 halaman + xiii+ 4 halaman lampiran.

Gedung IT Mandiri adalah Gedung yang pembangunannya dimulai sejak tahun 2022. Banyaknya penggunaan beban listrik yang termasuk pada kategori beban listrik non linier menyebabkan tinggi nya kandungan nilai distorsi harmonisa total. *Total Harmonic Distortion* (THD) adalah fenomena yang sering terjadi dalam sistem kelistrikan di mana gelombang harmonisa yang tidak diinginkan menyebabkan gangguan pada kualitas daya. Gangguan distorsi harmonisa ini dapat dihindari dengan menambahkan filter untuk meredam terjadinya *total harmonic distortion*. Salah satu cara untuk meredam distorsi harmonisa total dengan cara menambahkan filter pasif *single tuned* agar sistem mampu mempertahankan kualitas daya nya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemodelan simulasi penambahan filter ke dalam sistem kelistrikan. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ETAP 19.0.1 sebagai alat untuk melakukan simulasi dan pengujian. Penelitian ini dimulai dengan menganalisis THD yang terjadi pada transformator kemudian menurunkan nilai nya sampai dengan nilai nya berada di bawah standar IEEE 519-2014. Didapat hasil dari penelitian yaitu dengan menambahkan 2 buah filter *single tuned* pada masing-masing orde 5 dan 7 mengakibatkan penurunan nilai THD_1 pada sistem yang awal nya 22,73% menjadi 4,2% dan 23,14% menjadi 4,1%. Faktor daya nya juga meningkat dari 85,59% menjadi 99,64% dan 85,42% menjadi 99,17%. Sehingga dari simulasi yang dilakukan ditemukan bahwa metode penambahan filter *single tuned* berhasil meredam nilai THD sampai nilainya di bawah standar IEEE-519-2014.

Kata Kunci: *Total Harmonic Distortion, filter harmonisa, sistem kelistrikan, kualitas daya.*

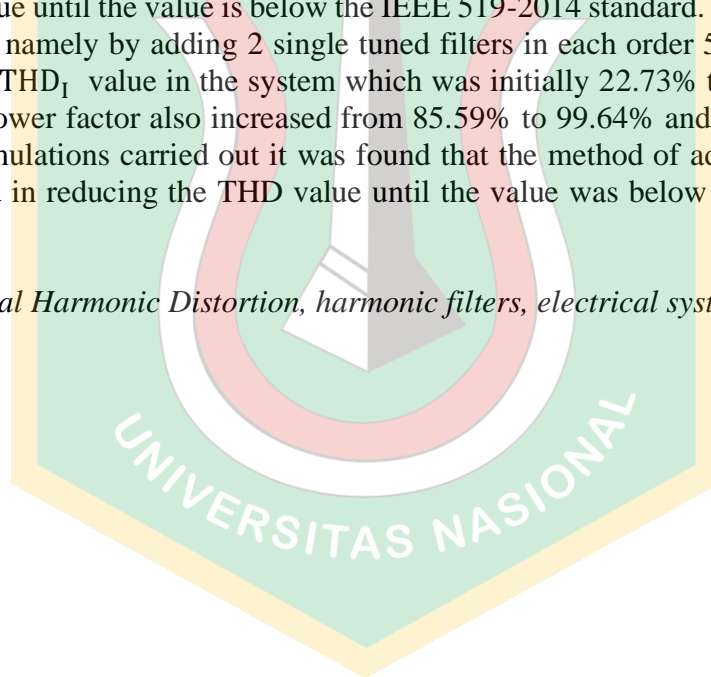


ABSTRACT

Ahmad Aminul Kasbi, " Single Tuned Passive Filter Design To Reduce Total Harmonic Distortion In IT Mandiri Building", Bachelor Degree Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, M.T. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M.,M.T.I., 19 August 2023, 80 pages + xiii+ 4 pages of attachment..

The IT Mandiri Building is a building whose construction began in 2022. The large use of electrical loads that fall into the category of non-linear electrical loads causes a high content of total harmonic distortion values. Total Harmonic Distortion (THD) is a phenomenon that often occurs in electrical systems where unwanted harmonic waves cause disturbances in power quality. This harmonic distortion can be avoided by adding a filter to reduce total harmonic distortion. One way to reduce total harmonic distortion is by adding a single tuned passive filter so that the system is able to maintain its power quality. This thesis aims to analyze the simulation modeling of adding filters to the electrical system. This research was conducted with the help of ETAP 19.0.1 software as a tool for conducting simulations and testing. This research begins by analyzing the THD that occurs in the transformer and then lowering its value until the value is below the IEEE 519-2014 standard. The results obtained from the study, namely by adding 2 single tuned filters in each order 5 and 7 resulted in a decrease in the THD_1 value in the system which was initially 22.73% to 4.2% and 23.14% to 4.1%. The power factor also increased from 85.59% to 99.64% and 85.42% to 99.17%. So from the simulations carried out it was found that the method of adding a single tuned filter succeeded in reducing the THD value until the value was below the IEEE-519-2014 standard.

Keywords: *Total Harmonic Distortion, harmonic filters, electrical systems, power quality.*



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Urgensi Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah.....	3
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Faktor Daya	7
2.3 Beban Listrik	9
2.4 Pengertian Harmonisa.....	10
2.5 <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	15
2.6 Standar Harmonisa Arus dan Tegangan	16
2.7 Pengaruh Yang Disebabkan oleh Harmonisa	17
2.8 Filter Harmonisa	18
2.9 Filter Aktif	18
2.10 Filter Pasif.....	19
2.10.1 <i>Single Tuned Filter</i>	21
2.10.2 <i>High Pass Damped filter</i>	23
2.11 Filter <i>Hybrid</i>	24
2.12 <i>Single Line Diagram (SLD)</i>	24
2.13 <i>Electrical Transient and Analysis Program (ETAP)</i>	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.4 Sistem Kelistrikan Gedung IT Mandiri	28
3.5 Simulasi Pada ETAP	30
3.6 Standar IEEE-519-2014.....	31
3.7 Simulasi <i>Load Flow Analysis</i>	32
3.8 Simulasi <i>Harmonic load flow</i>	36
3.9 Rancangan Kebutuhan Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	43
3.10 Simulasi <i>Harmonic Load Flow</i> Setelah Pemasangan Filter	46
3.11 Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Setelah Pemasangan Filter.....	58

3.12 Rancangan Kebutuhan Kapasitor Bank.....	63
3.13 Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	64
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Analisis Hasil Simulasi.....	68
4.2 Analisis Simulasi <i>Harmonic Load Flow</i>	68
4.3 Analisis Harmonisa Setelah Pemasangan Filter	69
4.4 Analisis Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN	81



DAFTAR GAMBAR

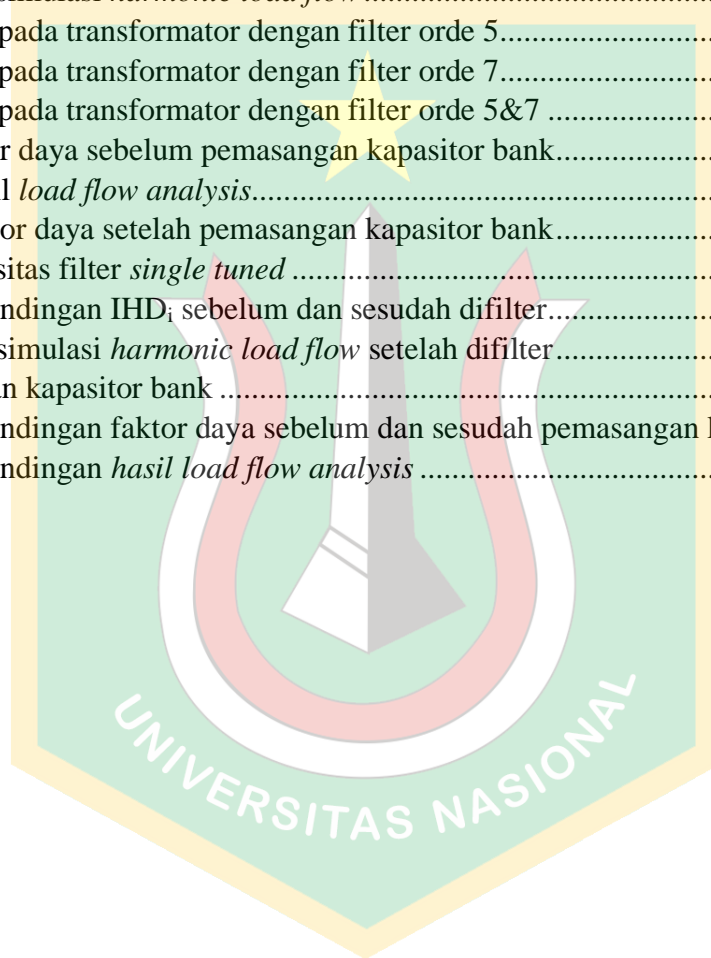
Gambar 2.1 Segitiga daya [14]	8
Gambar 2.2 Gelombang fundamental [18]	11
Gambar 2.3 Gelombang harmonik ketiga [18]	12
Gambar 2.4 Gelombang fundamental yang terdistorsi [18]	12
Gambar 2.5 <i>Waveform</i> yang dihasilkan drive [19]	13
Gambar 2.6 <i>Datasheet</i> VSD Altivar [21]	14
Gambar 2.7 <i>Harmonics Drive</i> 315 kW [21]	15
Gambar 2.8 Filter harmonisa [27]	20
Gambar 2.9 Jenis jenis filter harmonisa [27]	20
Gambar 2.10 Rangkaian <i>single tuned filter</i> dan karakteristiknya [10]	22
Gambar 2.11 <i>High pass damped filter</i> [10]	24
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.2 <i>Load flow analysis</i> awal trafo 01	33
Gambar 3.3 <i>Load flow analysis</i> awal trafo 02	34
Gambar 3.4 Faktor daya awal trafo 01	35
Gambar 3.5 Faktor daya awal trafo 01	35
Gambar 3.6 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 01 tanpa filter	37
Gambar 3.7 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 02 tanpa filter	38
Gambar 3.8 THD awal trafo 01	39
Gambar 3.9 THD awal trafo 02	39
Gambar 3.10 <i>Waveform</i> kondisi trafo mengalami distorsi	40
Gambar 3.11 <i>Spectrum</i> kondisi trafo mengalami distorsi	41
Gambar 3.12 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 01 dengan filter orde 5	47
Gambar 3.13 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 02 dengan filter orde 5	48
Gambar 3.14 THD pada trafo 01 dengan filter orde 5	49
Gambar 3.15 THD pada trafo 02 dengan filter orde 5	49
Gambar 3.16 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 01 dengan filter orde 7	51
Gambar 3.17 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 02 dengan filter orde 7	52
Gambar 3.18 THD pada trafo 01 dengan filter orde 7	53
Gambar 3.19 THD pada trafo 02 dengan filter orde 7	53
Gambar 3.20 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 01 dengan filter orde 5 & 7	55
Gambar 3.21 <i>Harmonic load flow</i> pada trafo 02 dengan filter orde 5 & 7	56
Gambar 3.22 THD pada trafo 01 dengan filter orde 5 & 7	57
Gambar 3.23 THD pada trafo 02 dengan filter orde 5 & 7	57
Gambar 3.24 <i>Load flow analysis</i> trafo 01 dengan filter	59
Gambar 3.25 <i>Load flow analysis</i> trafo 02 dengan filter	60
Gambar 3.26 Faktor daya trafo 01 dengan filter	61
Gambar 3.27 Faktor daya trafo 02 dengan filter	61
Gambar 3.28 <i>Load flow analysis</i> trafo 01 dengan filter & kapasitor	65
Gambar 3.29 <i>Load flow analysis</i> trafo 02 dengan filter & kapasitor	66
Gambar 3.30 Faktor daya trafo 01 dengan filter & kapasitor bank	67
Gambar 3.31 Faktor daya trafo 02 dengan filter & kapasitor bank	67
Gambar 4.1 Filter orde 5 pada putr 1	70

Gambar 4.2 Filter orde 7 pada putr 1.....	70
Gambar 4.3 Filter orde 5 pada putr 2.....	71
Gambar 4.4 Filter orde 7 pada putr 2.....	71
Gambar 4.5 <i>Waveform</i> setelah pemasangan filter	73
Gambar 4.6 <i>Spectrum</i> setelah pemasangan filter.....	74



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Istilah Frekuensi fundamental dan kelipatannya	10
Tabel 2.2 Standar batas distorsi harmonik tegangan [23]	16
Tabel 2.3 Standar batas distorsi harmonik arus dengan $V_n \leq 69$ kV [23].....	17
Tabel 3.1 Data transformator	29
Tabel 3.2 Data beban Gedung	29
Tabel 3.3 Data <i>variable frequency drive</i>	30
Tabel 3.4 IHD _i pada transformator	42
Tabel 3.5 Data simulasi <i>harmonic load flow</i>	42
Tabel 3.6 IHD _i pada transformator dengan filter orde 5.....	50
Tabel 3.7 IHD _i pada transformator dengan filter orde 7.....	54
Tabel 3.8 IHD _i pada transformator dengan filter orde 5&7	58
Tabel 3.9 Faktor daya sebelum pemasangan kapasitor bank.....	61
Tabel 3.10 Hasil <i>load flow analysis</i>	62
Tabel 3.11 Faktor daya setelah pemasangan kapasitor bank.....	67
Tabel 4.1 Kapasitas filter <i>single tuned</i>	69
Tabel 4.2 Perbandingan IHD _i sebelum dan sesudah difilter.....	72
Tabel 4.3 Data simulasi <i>harmonic load flow</i> setelah difilter.....	73
Tabel 4.4 Usulan kapasitor bank	75
Tabel 4.5 Perbandingan faktor daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank	75
Tabel 4.6 Perbandingan <i>hasil load flow analysis</i>	76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Hasil simulasi <i>harmonic load flow</i>	81
Lampiran 1.2 Hasil simulasi <i>load flow analysis</i>	82
Lampiran 1.3 Lanjutan hasil simulasi <i>load flow analysis</i>	83
Lampiran 1.4 Lanjutan hasil simulasi <i>load flow analysis</i>	84

